建筑物围护结构的基本耗(传)热量 简易计算方法

内蒙古科技大学 董进忠[☆]

摘要 建筑物围护结构的基本耗(传)热量是负荷计算的基础数据。传统的计算过程比较烦琐且重复量较大。在围护结构稳定传热的理论基础上,总结出简易计算方法,该方法简便、实用。实例计算表明,该方法与传统计算方法的计算结果基本相同。

关键词 围护结构 负荷计算 稳定传热 基本传热量 简易计算方法

Simple calculation method for basic heat consumption of building envelopes

By Dong Jinzhong[★]

Abstract The heat consumption of building envelopes is a basic data for load calculation. The traditional calculation method is fussier and has a mass of repetitive work. Based on the steady heat transfer theory for building envelopes, obtains a simple calculation method which is easy and practical to be used. Practical application shows that the method produces the basically same result as that from the traditional one.

Keywords building envelope, load calculation, steady heat transfer, basic heat transfer, simple calculation method

[★] Inner Mongolia Scientific and Technical University, BaoTou, Inner Mongolia Autonomous Region, China

① 1 传统计算方法和简易计算方法的比较

建筑物围护结构的基本耗(传)热量的计算,是指设计条件下,由温差引起、按照稳定传热的计算,冬季为失热,夏季为得热,传热方向相反。通用的计算公式为

$$Q = KF(t_n - t_w)\alpha = KF\alpha\Delta t \quad (1)$$

式中 Q 为围护结构基本耗热量, W ; K 为传热系数, $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$; F 为围护结构表面积, m^2 ; t_n 为室内温度, $^\circ C$; t_w 为室外温度, $^\circ C$; Δt 为室内外温差, $^\circ C$; α 为温差修正系数。

1.1 传统计算方法

以天津市某民用办公建筑的办公室(编号为101)为例,用列表法计算各围护结构的基本耗热量。

传统的计算结果见表1。从表1中不难看出,外墙、外窗、外门、屋顶、地面等围护结构的基本传热量计算重复次数较多,且烦琐。

1.2 简易计算方法

由稳定传热理论和式(1)可知,建筑物围护结构的基本传热量仅与建筑物的构成材料有关,即与

传热系数 K 相关。其他参数均根据建筑所在地区和设计条件确定,如室外温度、建筑尺寸等。一旦各种参数确定,代入式中计算即可,不会因为围护结构的位置(东西南北或内外墙、门窗和屋顶)和时间(白天或晚上的任何时刻)而发生变化。从表1中可看出,东西两外墙和外窗计算出的结果是相同的。

下面介绍简易计算方法和过程。

对于建筑物而言,围护结构就是墙体、门窗、屋顶和地面。首先要确定围护结构的传热系数 K 值,有外墙保温、门窗类型等;室内外温度由当地气象参数和设计条件确定;面积 f 按 $1 m^2$ 计算;则单位面积稳定传热耗热量计算式变为

$$q = K\alpha\Delta t \quad (2)$$

①[☆] 董进忠,男,1964年11月生,大学,高级工程师
014010 内蒙古包头市阿尔丁大街7号内蒙古科技大学能源
与环境学院
(0) 13847293692
E-mail: djz915@sohu.com
收稿日期:2012-06-04
修回日期:2012-08-14

表1 房间传热量计算表

房间编号	围护结构		传热系数 $K/$ ($W/(m^2 \cdot ^\circ C)$)	室内计算温度 $t_n/^\circ C$	室外计算温度 $t_w/^\circ C$	室内外温差 $\Delta t/^\circ C$	温差修正 系数 α	基本传热量 Q/W	
	面积计算	面积 F/m^2							
101	北外墙	12×6	72	1.57	18	-9	27	1	3 052.1
	西外墙	21×6-6×1.5×2	108	1.57	18	-9	27	1	4 578.1
	东外墙	21×6-6×1.5×2	108	1.57	18	-9	27	1	4 578.1
	东外门	1.5×2	3	4.65	18	-9	27	1	378
	西外窗	6×1.5×2	18	5.82	18	-9	27	1	2 829.6
	东外窗	6×1.5×2	18	5.82	18	-9	27	1	2 829.6
	屋顶	20.63×11.26	232.3	0.93	18	-9	27	0.9	5 248.8
合计									23 494.3

以上述建筑为例,墙体单位面积耗热量 $q_{\text{墙体}} = K\alpha\Delta t = 1.57 W/(m^2 \cdot ^\circ C) \times 1 \times 27 ^\circ C = 42.4 W/m^2$;同理: $q_{\text{窗}} = 5.82 W/(m^2 \cdot ^\circ C) \times 1 \times 27 ^\circ C = 157.14 W/m^2$; $q_{\text{门}} = 4.65 W/(m^2 \cdot ^\circ C) \times 1 \times 27 ^\circ C = 125.6 W/m^2$ 。

以上数据一旦确定就成为定值,不会因为建筑物的朝向和房间楼层位置的不同而发生变化。所以,可以直接用于不同围护结构基本耗热量的计算。

接下来统计房间各围护结构的面积 F_i ,再与 q 相乘,即可计算出各房间围护结构的基本耗(传)热

量。

$$Q_i = F_i q \quad (3)$$

以上述计算为例,表1中北外墙 $Q_{\text{北外墙}} = q_{\text{墙体}} F_{\text{北外墙}} = 72 m^2 \times 42.4 W/m^2 = 3 052.8 W$,东外窗 $Q_{\text{窗}} = q_{\text{窗}} F_{\text{窗}} = 157 W/m^2 \times 18 m^2 = 2 826 W$,屋顶 $Q_{\text{屋顶}} = q_{\text{屋顶}} F_{\text{屋顶}} = 22.6 W/m^2 \times 232.3 m^2 = 5 250 W$ 。

从计算结果对比不难看出,简易计算计算结果与传统计算计算结果几乎相等。

1.3 简易计算方法的实际应用

表2为利用简易计算方法的计算表格。

表2 围护结构耗热量计算表

房间编号	围护结构		单位面积耗 (传)热量 $q/(W/m^2)$	基本耗(传) 热量 Q/W	耗热量修正			修正后耗热量 Q_c/W	
	面积计算	面积 F/m^2			朝向 $x_c/\%$	风力 $x_f/\%$	合计 $x_{c+f}/\%$		
101	北外墙	12×6	72	42.4	3 052.8	0		100	3 052.8
	东西外墙	(21×6-6×1.5×2)×2	216	42.4	9 158.4	-5	0	95	8 700.5
	东外门	1.5×2	3	125.6	376.8	-5		95	358.0
	东西外窗	6×1.5×2×2	36	157.14	5 657.0	-5		95	5 374.2
	屋顶	20.63×11.26	232.3	22.6	5 250.0	0		100	5 250.0
合计					23 495.0				22 735.5

从表2中可知,对于朝向修正系数相同的围护结构可以合并计算,最终计算结果与传统计算结果几乎相等。

综上所述,对于稳定传热的建筑物围护结构,其基本耗(传)热量简易计算方法大大简化了计算过程,降低了计算工作强度,计算结果与传统计算结果非常接近。所以,此简易计算方法针对建筑物围护结构的基本耗(传)热量计算简便且实用。

对于计算机或专用计算软件而言,由于基于原计算耗热量表格内的参数,在实际应用中输入的基础数据量较多,一旦某数据出错或调整,最终计算结果偏差太大。而利用简易计算方法时,输入的基本参数量减少,有利于改进运算程序,且使其运算速度和精确度得到提高。

2 简易计算方法在非稳定传热过程中的应用

对于非稳定传热的建筑物围护结构基本传热量,传统的计算方法是以室外温度随时间变化逐时计算围护结构传热量。实际上围护结构的传热系数 K 、室内计算温度 t_n 不变,只是对室外逐时温度进行修正后按稳定传热理论进行计算的。

所以,在应用简易计算方法针对非稳定传热计算建筑物围护结构的基本传热量时,首先确定并计算围护结构室外逐时温度 $t_{w(\tau)}$:

$$t_{w(\tau)} = (t_{c(\tau)} + t_d) k_\alpha k_\rho \quad (4)$$

式中 $t_{c(\tau)}$ 为围护结构计算逐时温度, $^\circ C$; t_d 为设计地点修正值, $^\circ C$; k_α 为外表面放热修正系数; k_ρ 为吸收修正系数。

然后可计算出围护结构的单位面积逐时传热量 $q_{(\tau)}$,即可应用简易计算方法。

下面以西安某建筑为例,介绍简易计算法的使

用。室内计算温度 $26\text{ }^{\circ}\text{C}$, 屋顶的传热系数 $K = 0.48\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$, 13:00 时室外计算温度为 $36\text{ }^{\circ}\text{C}$, 计算传入室内的热量 $Q_{(t)}$ 。

1) 传统计算方法

$$Q_{(t)} = [(36\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}) \times 1 \times 0.94 - 26\text{ }^{\circ}\text{C}] \times 0.48\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) \times 28.7\text{ m}^2 = (34.22\text{ }^{\circ}\text{C} - 26\text{ }^{\circ}\text{C}) \times 0.48\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) \times 28.7\text{ m}^2 = 113.18\text{ W}$$

计算过程中把计算式里所有的参数列表进行计算。

2) 简易计算方法

将已知参数代入式(4)计算室外逐时温度,得:

$$t_{w(t)} = (36\text{ }^{\circ}\text{C} + 0.4\text{ }^{\circ}\text{C}) \times 1 \times 0.94 = 34.22\text{ }^{\circ}\text{C}$$

就某时段而言, $t_{w(t)}$ 对于屋顶是定值, 则 13:00 时屋顶 $q_{(t)} = (t_{w(t)} - t_n)K = (34.22\text{ }^{\circ}\text{C} - 26\text{ }^{\circ}\text{C}) \times 0.48\text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C}) = 3.95\text{ W}/\text{m}^2$ 。

将已知参数代入式(3), 计算围护结构基本耗热量, 得:

$$Q_{(t)} = 3.95\text{ W}/\text{m}^2 \times 28.7\text{ m}^2 = 113.7\text{ W}$$

可见, 简易计算方法与传统计算方法的计算结果相差 0.19 W , 几乎相同。

同理, 其他如墙体、门窗, 只要确定了 $t_{w(t)}$, 则 $q_{(t)}$ 也就成为定值。所以, 用简易方法计算围护结构非稳定传热时, 列表中可以略去很多系数项和常

计算式为

$$Q_{(t)} = [(t_{c(t)} + t_d)k_a k_p - t_n]KF = (t_{w(t)} - t_n)KF \quad (5)$$

将已知参数代入式中, 得:

数项, 把 $q_{(t)}$ 对应时间列入, 计算简单、方便、明了, 计算结果与传统计算方法的几乎相等。

3 结语

本文结合实际工作经验, 得出建筑物围护结构的基本耗(传)热量简易计算方法, 该方法简化了计算过程, 降低了计算工作强度, 简便、实用。通过实例验证, 计算结果也较准确。此简易计算方法不仅适用于稳定传热的围护结构, 同时也适用于非稳定传热的围护结构。简易计算方法由于输入的基础数据量减少, 对于计算机或专用计算机软件, 有利于改进运算程序, 使其运算速度和精确度得到提高。

参考文献:

- [1] 陆亚俊, 马最良, 邹平华, 等. 暖通空调[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002
- [2] 贺平, 孙刚, 王飞, 等. 供热工程[M]. 4版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009